

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процессы и аппараты химической технологии

**Код модуля**  
1158000

**Модуль**  
Основы химико-технологических процессов

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ермаков Сергей Анатольевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	машин и аппаратов химических производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- **Ермаков Сергей Анатольевич, Профессор, машин и аппаратов химических производств**

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ** **Процессы и аппараты химической технологии**

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	10	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет Экзамен Курсовой проект	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ** **Процессы и аппараты химической технологии**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-4 -Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи З-1 - Описать области фундаментальных, инженерных и других наук, освоенных за время обучения, знания которых используются при разработке заданных элементов технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Курсовой проект Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p>	
<p>ОПК-5 -Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов</p>	<p>З-2 - Характеризовать назначение основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих профессиональную деятельность</p> <p>П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Курсовой проект Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>проектной и эксплуатационной документации  У-2 - Учитывать требования основных нормативных документов и справочные данные при разработке и оформлении технической, проектной и эксплуатационной документации в области профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-6 -Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации  З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией  З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации  З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности  П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации  П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Зачет  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Курсовой проект  Лабораторные занятия  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

	<p>необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	
<p>ОПК-7 -Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности и производственного</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>З-4 - Перечислить основные показатели энерго и ресурсоэффективности производственной деятельности</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Курсовой проект</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

<p>цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>производительность и качество получаемой продукции  П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта  П-3 - Провести диагностику неполадок и определить способы ремонта технологического оборудования  У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций  У-2 - Оценить соответствие выбранного технологического оборудования и технологических операций нормам и правилам безопасной эксплуатации, технологическим регламентам и инструкциям  У-3 - Анализировать неполадки технологического оборудования, устанавливать их причины и определять способы их устранения  У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения</p>	
---	--	--

### **3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

#### **3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

**1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6**

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	5,8	50
<i>контрольная работа</i>	5,12	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Решение практических задач</i>	5,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.2</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	5,17	40
<i>Теоретический опрос по теме лабораторной работы</i>	5,17	40
<i>Защита отчетов по лабораторным работам</i>	5,17	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта



Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,8	50
<i>контрольная работа</i>	6,12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>0.4</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Решение задач по темам практических занятий</i>	6,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.2</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	6,17	40
<i>Теоретический опрос по теме лабораторной работы</i>	6,17	40
<i>Защита отчетов по лабораторным работам</i>	6,17	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение расчетов по заданию курсовой работы	6,17	30
Оформление пояснительной записки	6,17	20
Выполнение сборочного чертежа	6,17	30
Нормоконтроль	6,17	10
Консультирование	6,17	10
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.2		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.8		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.

	Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
--	--

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Определение режима течения потока
  2. Определение гидравлических сопротивлений при движении текучей среды
  3. Определение скорости истечения жидкости из отверстий и насадок
  4. Расчет гидравлических машин
  5. Разделение неоднородных систем под действием силы тяжести
  6. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы
  7. Разделение неоднородных систем под действием разности давлений
  8. Промывка газа от пыли и тумана
  9. Расчет процесса теплопередачи
  10. Расчет процесса выпаривания
  11. Расчет процесса абсорбции
  12. Расчет процесса сушки
  13. Расчет процесса ректификации
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Определение фракционного состава твердого материала на вибросите
  2. Исследование процесса гидравлической классификации твердого материала
  3. Определение скорости свободного осаждения сферических частиц
  4. Определение размеров отстойника при консолидированном осаждении суспензий
  5. Определение удельной площади отстойника непрерывного действия для разбавленных суспензий
  6. Расчет минимальной поверхности фильтрования непрерывнодействующего фильтра
  7. Определение констант фильтрования суспензий
  8. Исследование процесса разделения газовой неоднородной системы в циклоне
  9. Исследование работы теплообменника непрерывного действия типа «труба в трубе»
  10. Исследование работы выпарного аппарата с естественной циркуляцией
  11. Определение коэффициента массоотдачи в газовой фазе при абсорбции
  12. Исследование процесса экстракции в системе жидкость-жидкость
  13. Исследование процесса сушки твердого тела
  14. Исследование процесса растворения
  15. Изучение процесса ректификации бинарной смеси
  16. Исследование процесса кристаллизации из растворов
- LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Отстаивание
2. Фильтрование

### 3. Центрифугирование

#### Примерные задания

1. Определить время пребывания частиц в вертикальной трубе пневматической сушилки высотой 5 м. Диаметр частиц 1 мм, плотность 200 кг/м<sup>3</sup>. Температура воздуха, направляемого снизу вверх, 120 °С, а скорость его на 25 % больше скорости витания (осаждения) частиц.

2. Определить необходимое число полок пылеосадительной камеры. Длина полок 2 м, ширина 1 м, расстояние между полками 5 см. Наименьший диаметр улавливаемых частиц 20 мкм. Плотность частиц 3000 кг/м<sup>3</sup>, воздуха 0,9 кг/м<sup>3</sup>, вязкость воздуха 0,023 сП. Расход воздуха 1000 м<sup>3</sup>/ч.

3. Определить высоту зоны уплотнения в отстойнике диаметром 10 м, если необходимое время уплотнения 10 ч. Производительность отстойника по твердой фазе 2,4 т/ч. Средняя концентрация твердой фазы 40 % (масс), плотность твердой фазы 2600 кг/м<sup>3</sup>, плотность жидкости 1000 кг/м<sup>3</sup>, вязкость 1 сПз.

4. Какое количество влажного осадка накопится на фильтре в результате, фильтрования 10 м<sup>3</sup> пульпы плотностью 1120 кг/м<sup>3</sup>? Концентрация твердой фазы в пульпе 20 % (масс). Влажность осадка 25 % (масс).

5. Во сколько раз больше скорость осаждения одних и тех же частиц в центрифуге, чем в отстойнике, если барабан центрифуги имеет диаметр 1 м и число оборотов 600 об/мин? Режим осаждения в обоих случаях ламинарный.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

#### Примерный перечень тем

1. Теплообменные процессы

2. Массообменные процессы

#### Примерные задания

1. Двухходовой конденсатор состоит из 32 труб диаметром 38×3,5 мм. По трубам движется вода, нагреваемая от 7 до 80 °С. В межтрубном пространстве конденсируется 0,5 кг/с водяного пара под атмосферным давлением. Определить коэффициент теплопередачи.

2. В выпарной аппарат поступает 1,4 т/ч 9 %-го раствора, который упаривается под атмосферным давлением до концентрации 32% (масс.). Разбавленный раствор поступает на выпарку с температурой 18 °С. Температура кипения в аппарате 105 °С. Расход греющего пара с избыточным давлением 2 ат и влажностью 4,5 % составляет 1450 кг/ч. Определить потери тепла аппаратом в окружающую среду.

3. Найти температуру и влагосодержание воздуха, уходящего из теоретической сушилки, если средний потенциал сушки 41 К. Воздух поступает в калорифер при температуре 15 °С и относительной влажности 70 %. Энтальпия воздуха, поступающего из калорифера в сушилку 144,2 кДж/кг. Определить также температуру влажного материала в первом периоде сушки.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Отстаивание
2. Фильтрация
3. Центрифугирование

Примерные задания

4. Какое количество влажного осадка накопится на фильтре в результате, фильтрования 10 м<sup>3</sup> пульпы плотностью 1120 кг/м<sup>3</sup>? Концентрация твердой фазы в пульпе 20 % (масс). Влажность осадка 25 % (масс).

5. Во сколько раз больше скорость осаждения одних и тех же частиц в центрифуге, чем в отстойнике, если барабан центрифуги имеет диаметр 1 м и число оборотов 600 об/мин? Режим осаждения в обоих случаях ламинарный.

6. Рассчитать поверхность фильтрации фильтр-пресса при следующих данных: производительность фильтра по фильтрату 2,25 м<sup>3</sup>/мин, удельное сопротивление осадка  $9 \cdot 10^7$  кгс·мин/м<sup>4</sup>, сопротивление фильтрующей ткани  $3 \cdot 10^6$  кгс·мин/м<sup>3</sup>, толщина осадка на фильтре 23 мм, отношение объема осадка к объему фильтрата 0,0175, перепад давления 5000 кгс/м<sup>2</sup>, время вспомогательных операций 1ч.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Теплообменные процессы
2. Массообменные процессы

Примерные задания

1 Определить диаметр и высоту противоточного тарельчатого абсорбера для поглощения аммиака из воздушно-аммиачной смеси водой под атмосферным давлением 735 мм рт. ст. при температуре 20 °С. Начальное содержание аммиака в газовой смеси 7 % (об.), степень извлечения его 90 %. Расход инертного газа (воздуха) 10000 м<sup>3</sup>/ч (при рабочих условиях). Уравнение линии равновесия в относительных массовых концентрациях  $Y^* = 0,61X$ . Скорость газа в абсорбера (фиктивная) 0,8 м/с. Расстояние между тарелками 0,6 м. Средний КПД тарелок 0,62. Коэффициент избытка поглотителя 1,3.

2 Для обогрева куба ректификационной колонны, в которую подается на разделение 6 т/ч бензолно-толуольной смеси, имеется пар с избыточным давлением 1 ат. Концентрация исходной смеси 32 % (масс.) бензола. Требуемая концентрация дистиллята 97 % (масс.) бензола; кубового остатка 95 % (масс.) толуола. Определить: 1) массовые расходы дистиллята и кубового остатка; 2) количество тарелок при числе флегмы 3,1 и при среднем КПД тарелок 0,71; 3) расход греющего пара (кг/ч) и расход воды в де-флегматоре (м<sup>3</sup>/ч) при нагреве воды в нем на 15 К. Влажность греющего пара 5 %. Смесь характеризуется законом Рауля. Тепловые потери принять в размере 3 % от полезно затрачиваемого тепла. Питание подается при температуре кипения.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Основные понятия теории теплообмена. Способы передачи тепла
  2. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи
  3. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье
  4. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона
  5. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа
  6. Совместная передача тепла теплопроводностью и конвекцией
  7. Тепловое подобие. Критерии Нуссельта, Фурье, Пекле, Прандтля
  8. Выбор направления движения теплоносителей, достоинства и недостатки
  9. Теплоотдача от конденсирующегося пара
  10. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи
  11. Потери тепла и тепловая изоляция
  12. Теплообменные аппараты. Классификация, принцип работы
  13. Выпаривание
  14. Конструкции выпарных аппаратов
  15. Основные понятия теории массообмена. Механизмы переноса вещества
  16. Перенос вещества молекулярной диффузией. Закон Фика
  17. Перенос вещества турбулентной диффузией
  18. Процесс абсорбции. Кинетика абсорбции
  19. Конструкции абсорберов
  20. Процесс сушки. Механизм процесса сушки. Кинетика сушки
  21. Конструкции сушилок
  22. Процесс ректификации. Периодическая и непрерывная ректификация
  23. Графический способ определения числа теоретических ступеней
  24. Процесс жидкостной экстракции. Кинетика экстракции
  25. Конструкции экстракторов
  26. Процесс кристаллизации. Кинетика кристаллизации
  27. Конструкции кристаллизаторов
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Предмет, цели и задачи курса ПАХТ. Классификация основных процессов химической технологии
2. Измельчение твердых материалов. Физико-химические основы измельчения
3. Дробление твердых материалов. Дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления
4. Измельчение. Мельницы для тонкого и сверхтонкого измельчения
5. Классификация и сортировка материалов. Грохочение. Гидравлическая классификация и воздушная сепарация
6. Смешение твердых материалов
7. Классификация неоднородных систем и их характеристика. Основные способы разделения и их экологическое значение
8. Общие закономерности движения частиц в газе или жидкости

9. Разделение газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Скорость осаждения
10. Конструкции аппаратов для разделения газовых неоднородных систем под действием силы тяжести. Принцип работы
11. Разделение газовых неоднородных систем под действием инерционных сил. Основные особенности и закономерности данного разделения. Инерционные пылеуловители и отстойные газоходы. Конструктивные особенности, принцип действия, достоинства и недостатки.
12. Разделение газовых неоднородных систем под действием центробежных сил. Основные особенности и закономерности данного разделения. Центробежные пылеуловители – циклоны. Принцип работы, область применения, оценка работы.
13. Электрическая очистка газа от пыли и тумана. Электроосадители: принцип работы, скорость осаждения и степень улавливания пыли, КПД.
14. Факторы, влияющие на работу электроосадителя
15. Промывка газа от пыли и тумана. Скрубберы: принцип работы, конструктивные особенности, область применения, достоинства и недостатки
16. Фильтрация газов. Общие закономерности
17. Конструкции фильтров: принцип работы, область применения, достоинства и недостатки
18. Разделение жидких неоднородных систем под действием силы тяжести. Особенности и закономерности процесса отстаивания
19. Конструкции отстойников. Принцип работы, конструктивные особенности, области применения, сравнительная характеристика
20. Фильтрация жидких неоднородных систем. Теория фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение скорости фильтрации и толщины осадка
21. Конструкции фильтров: принципы работы, области применения, сравнительная характеристика
22. Центрифугирование жидких неоднородных систем. Фактор разделения
23. Конструкции центрифуг. Принцип их работы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Сверхцентрифуги  
LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3.3. Курсовой проект**

Примерный перечень тем

1. Расчет отстойника периодического или непрерывного действия
2. Расчет циклона
3. Расчет центрифуги периодического или непрерывного действия
4. Расчет скруббера
5. Расчет фильтра периодического или непрерывного действия
6. Расчет теплообменника
7. Расчет выпарного аппарата
8. Расчет сушилки
9. Расчет ректификационной колонны
10. Расчет абсорбера
11. Расчет экстрактора
12. Расчет кристаллизатора



#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-4	Д-1	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Курсовой проект Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия
			ОПК-6	Д-1	